



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer : **91810694.9**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **G03B 27/73**

⑳ Anmeldetag : **02.09.91**

③① Priorität : **10.09.90 CH 2930/90**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**18.03.92 Patentblatt 92/12**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**CH DE FR GB IT LI**

⑦① Anmelder : **GRETAG Aktiengesellschaft**  
**Althardstrasse 70**  
**CH-8105 Regensdorf (CH)**

⑦② Erfinder : **Kraft, Walter, Dr.**  
**Appenzellerstrasse 57**  
**CH-8049 Zürich (CH)**

⑦④ Vertreter : **Kleewein, Walter, Dr. et al**  
**Patentabteilung CIBA-GEIGY AG Postfach**  
**CH-4002 Basel (CH)**

⑤④ Verfahren zur Erstellung von fotografischen Farbkopien.

⑤⑦ Bei einem fotografischen Kopierverfahren wird die Kopiervorlage von einer Messlichtquelle bereichsweise abgetastet. Das von jedem Abtastbereich transmittierte oder remittierte Messlicht wird spektral zerlegt, detektiert und in elektrische Messsignale (f) umgeformt. Die n spektralen Messsignale (f) werden in n spektrale Dichtewerte (d) umgeformt, mit Neutralsdichten (d<sub>0</sub>) verglichen und daraus n spektrale Dichtedifferenzen (c) gebildet. In einer Datenkompression werden die n spektralen Dichtedifferenzen (c) mit Hilfe einer orthogonalen Transformation (KLT) in m < n Transformationskoeffizienten (k) umgeformt. Die Transformationskoeffizienten (k) werden in einer Farb- und Dichtekorrektroutine analysiert, und es werden daraus Abweichungen (Δk) berechnet. Aus diesen Abweichungen (Δk) werden dem jeweilig verwendeten Kopiermaterial angepasste Kopierlichtmengen bzw. Belichtungskorrekturen (e) bestimmt. Mit Hilfe der ermittelten Belichtungswerte werden die fotografischen Kopien erstellt.



US005119125A

**United States Patent** [19][11] **Patent Number:** **5,119,125****Kraft**[45] **Date of Patent:** **Jun. 2, 1992****[54] PROCESS FOR THE PREPARATION OF PHOTOGRAPHIC COLOR COPIES**

[75] Inventor: **Walter Kraft, Zürich, Switzerland**  
 [73] Assignee: **Gretag Systems, Inc., Bothell, Wash.**  
 [21] Appl. No.: **755,095**  
 [22] Filed: **Sep. 5, 1991**

**[30] Foreign Application Priority Data**

Sep. 10, 1990 [CH] Switzerland ..... 2930/90

[51] Int. Cl.<sup>5</sup> ..... **G03B 27/80**  
 [52] U.S. Cl. .... **355/38; 355/77**  
 [58] Field of Search ..... **355/32, 35, 38, 77; 352/404, 444; 358/76, 80, 133**

**[56] References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

4,154,523	5/1974	Rising et al.	355/38
4,159,174	6/1979	Rising	355/38
4,873,546	10/1989	Zahn et al.	355/38
4,884,102	11/1989	Terashita	355/77
4,922,273	1/1990	Yonekawa et al.	358/429
4,951,084	8/1990	von Stein et al.	355/38
5,016,043	5/1991	Kraft et al.	355/38
5,036,351	7/1941	Frick et al.	355/38

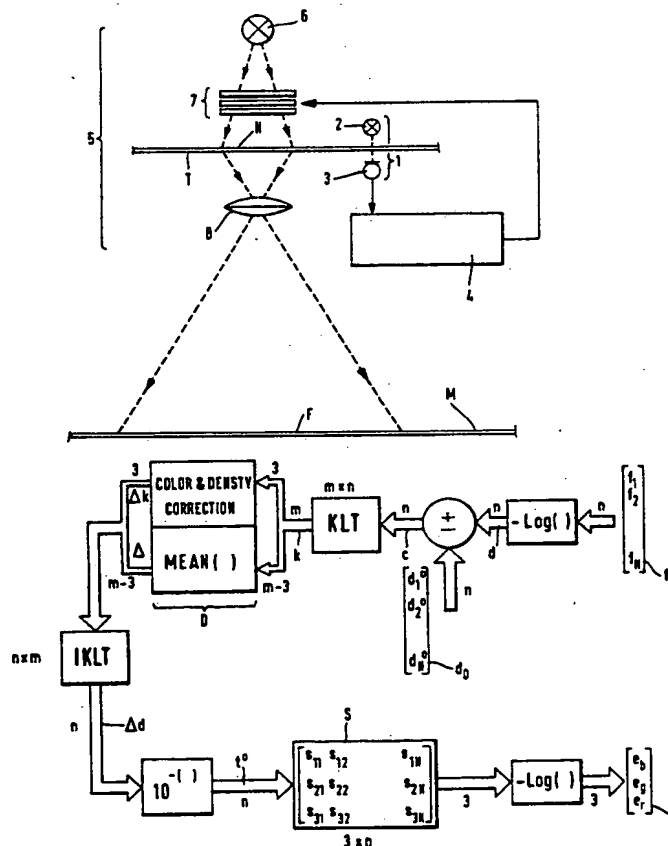
**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

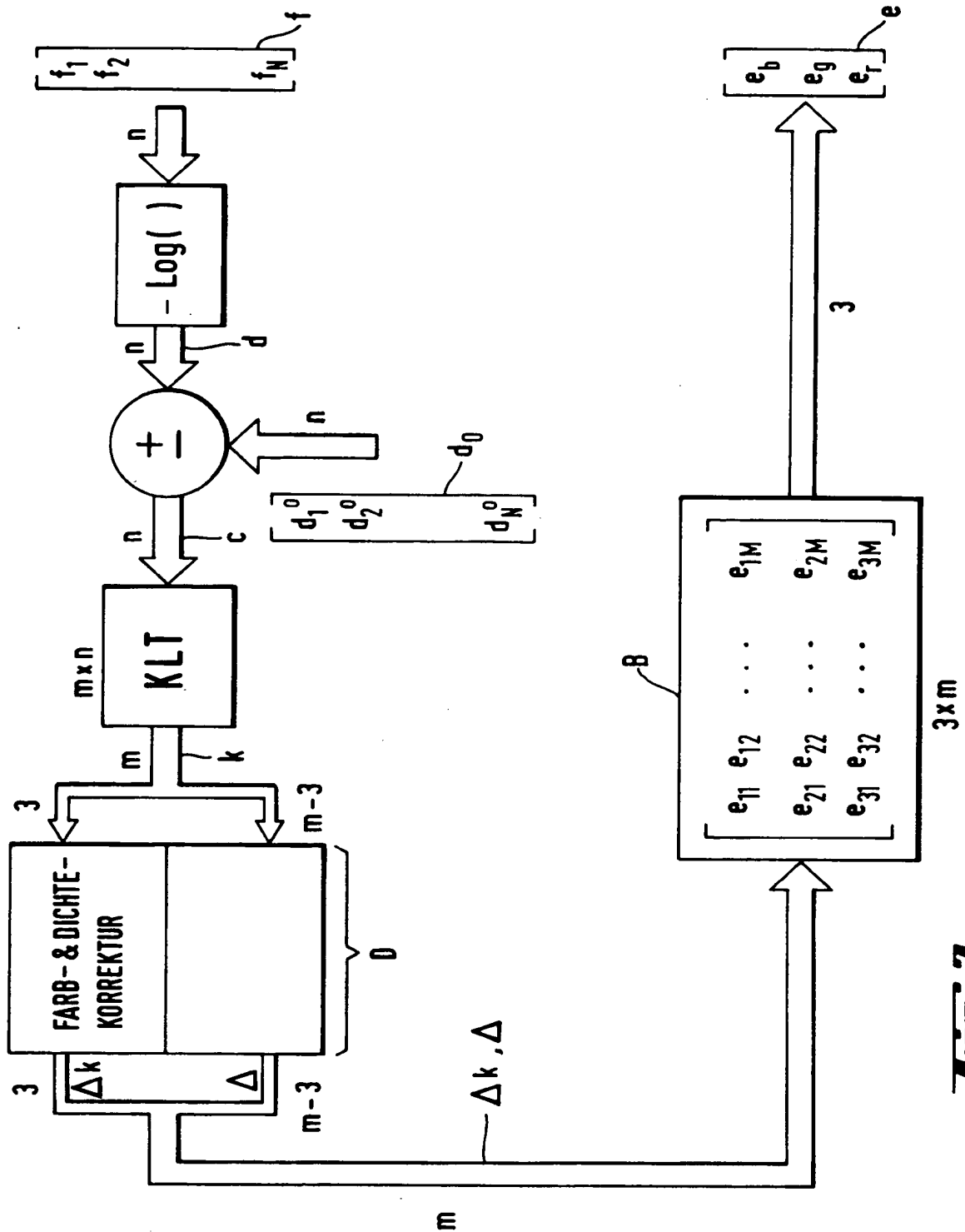
312499 4/1989 European Pat. Off. .... 355/35

*Primary Examiner*—L. T. Hix  
*Assistant Examiner*—D. Rutledge  
*Attorney, Agent, or Firm*—Burns, Doane, Swecker & Mathis

**[57] ABSTRACT**

In a photographic copy process the copy master is scanned in intervals by a source of measuring light. The measuring light is spectrally split, detected and converted into electrical measuring signals. The  $n$  spectral measuring signals are converted into  $n$  spectral density values, compared with neutral densities and  $n$  spectral density differences formed. In a data compression the  $n$  spectral density differences are converted by an orthogonal transformation to  $m < n$  transformation coefficients. The transformation coefficients are analyzed in a color and density correction routine and deviations computed. From the deviations the copy light quantities and exposure corrections adjusted to the copy material are determined. The photographic copies are produced by the exposure values determined.

**16 Claims, 7 Drawing Sheets**



**Fig. 3**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung von fotografischen Farbkopien von fotografischen Kopiervorlagen in einem fotografischen Farbkopiergerät gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Erstellung von fotografischen Farbkopien, insbesondere von Papierbildern, von fotografischen Kopiervorlagen, beispielsweise Negativfilmen oder Diapositiven, kann normalerweise nicht mit standardisierten, einheitlichen Kopierlichtmengen gearbeitet werden. Daher werden in fotografischen Kopiergeräten die Kopiervorlagen analysiert und gemäss den Analysedaten Farb- und Dichtekorrekturen ermittelt, aus denen die erforderlichen Kopierlichtmengen, insbesondere die Belichtungszeiten für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot bestimmt werden. Auf diese Weise können Belichtungsfehler bei der Erstellung der Kopiervorlage in der Farbkopie wieder kompensiert werden. Neben echten Fehlbelichtungen, die sich in extrem unter- oder überbelichteten Kopiervorlagen ausdrücken, können auf diese Weise auch Farbstiche, die aufgrund ungünstiger Beleuchtung (z.B. Neonlicht) oder aufgrund der Verwendung von ungeeignetem oder degradiertem Filmmaterial entstehen können, kompensiert werden. Die zu diesem Zweck eingesetzten Belichtungssteuerungsverfahren basieren im wesentlichen auf zwei Schritten:

- a) Die Kopiervorlage wird spektral analysiert. Ziel dieser Analyse ist es einerseits bildwichtige Bereiche der Kopiervorlage von weniger wichtigen zu unterscheiden und andererseits Farbstiche aufgrund des Trägermaterials, ungünstiger Beleuchtung, degradierten Filmmaterials, Fehlbelichtungen usw. festzustellen.
- b) Nach Massgabe der Analysedaten werden Kopierlichtmengen bzw. Belichtungszeiten für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot bestimmt, um Farbstiche zu kompensieren und wenigstens die bildwichtigen Bereiche der Kopiervorlage in der richtigen Farbe und Dichte wiederzugeben.

Ein derartiges Belichtungssteuerungsverfahren ist beispielsweise in der EP-A-312,499 beschrieben. Bei diesem bekannten Verfahren, dessen prinzipieller Ablauf in Fig. 2 dargestellt ist, wird die Kopiervorlage beispielsweise, vorzugsweise punktförmig, abgetastet und das Messlicht jedes Abtastbereiches spektral analysiert. Aus den Spektralwerten  $f$  werden durch elektronische oder rechnerische Filterung den spektralen Empfindlichkeitsverläufen des Kopiermaterials angepasste Farbauszugswerte  $a$  der Kopiervorlage für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot gebildet. Durch Vergleich dieser Farbauszugswerte mit Referenzdichten  $d^*$  beispielsweise einer Referenz-Kopiervorlage erhält man Dichteabweichungen  $c^*$  in den drei Grundfarben Blau, Grün und Rot. Dabei ist zu beachten, dass auch die Referenzdichten  $d^*$  aufgrund der spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten Kopiermaterials ermittelt werden. Die Dichteabweichungen  $c^*$  bilden die Eingangsdaten für die eigentliche Farb- und Dichtekorrekturprozedur  $D^*$ . Um standardisierte Korrekturroutinen anwenden zu können, empfiehlt es sich, die Abhängigkeiten der Dichteabweichungen vom verwendeten Kopiermaterial zuvor noch zu reduzieren. Dazu werden die Dichteabweichungen  $c^*$  mit einer sogenannten Papiermatrix  $P$  verknüpft. In der Farb- und Dichtekorrekturprozedur  $D^*$  werden aus den ggf. der Transformation  $P$  unterworfenen Dichteabweichungen  $c^*$  Korrekturwerte  ${}^2c$  erzeugt. Diese Korrekturwerte entsprechen im Idealfall den Abweichungen der Farbdichten der zu kopierenden Kopiervorlage von denjenigen einer unter optimalen Bedingungen erstellten Vorlage mit derselben Szene. Aus den Korrekturwerten  ${}^2c$  werden sodann die erforderlichen Kopierlichtmengen bzw. Belichtungszeiten für die Grundfarben Blau, Grün und Rot bestimmt, die wiederum den spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten Kopiermaterials angepasst sein müssen. Zu diesem Zweck werden die Ausgangsdaten der Farb- und Dichtekorrekturprozedur  $D^*$ , die Korrekturwerte  ${}^2c$  in den drei Grundfarben Blau, Grün und Rot mit einer Belichtungsmatrix  $B^*$  verknüpft, welche die Wirkung der Matrix  $P$  wieder aufhebt. Vorzugsweise entspricht die Belichtungsmatrix  $B^*$  der Inversen Matrix der Papiermatrix  $P$ . In der Praxis dient sie vielfach auch zur Korrektur von Fehlereinflüssen des Gesamtsystems.

Während mit diesem bekannten Belichtungssteuerungsverfahren Fehlbelichtungen und Farbstiche der Kopiervorlage in der Farbkopie kompensiert werden können, weist das Verfahren doch auch eine Reihe von Nachteilen auf. Die Bewertung der Spektralwerte jedes Abtastbereiches der Kopiervorlage "aus Sicht" der spektralen Empfindlichkeitsverläufe des Kopiermaterials bedingt eine eigene Bewertungsmatrix  $S$  sowie jeweils eine eigene Papiermatrix  $P$  und eine eigene Belichtungsmatrix  $B^*$  für jedes der verwendeten Kopiermaterialien. Für ein und denselben Abtastbereich der Kopiervorlage erhält man damit je nach Art des verwendeten Kopiermaterials andere Farbauszugswerte. Gleiches gilt selbstverständlich auch für die Referenzdichten  $d^*$ . Für jedes verwendete Kopiermaterial müssen daher neue, an die jeweiligen spektralen Empfindlichkeiten angepasste Referenzdichten bestimmt werden. Die aus dem Vergleich der Farbauszugswerte und der Referenzdichten resultierenden Dichteabweichungen sind ebenfalls von den spektralen Empfindlichkeitsverläufen des jeweils verwendeten Kopiermaterials abhängig. Im Extremfall bedingt dies, dass für jedes verwendete Kopiermaterial eine eigene an das jeweilige Kopiermaterial angepasste Farb- und Dichtekorrekturprozedur verwendet werden muss. Daher versucht man vielfach, die Kopiermaterialabhängigkeit der Dichteabweichungen, die die Eingangsdaten der Farb- und Dichtekorrekturroutinen darstellen, zu reduzieren, indem man sie mit einer  $3 \times 3$  Papiermatrix verknüpft. Auf diese Art kann zwar vielfach mit nur einer einzigen standardisierten Korrekturroutine gearbeitet werden, man muss aber wieder für jedes verwendete Kopiermaterial eine eigene Papiermatrix  $P$  und die entsprechende Belichtungsmatrix  $B^*$  betimmen. Selbst damit können aber die Eingangsdaten

und die standardisierte Farb- und Dichtekorrekturnoutine nicht für jedes Kopiermaterial optimal aufeinander abgestimmt werden, was wiederum zur Ermittlung nicht optimaler oder sogar fehlerhafter Kopierlichtmengen führen kann.

Es besteht daher der dringende Wunsch ein Verfahren zur Erstellung von fotografischen Farbkopien von einer fotografischen Kopiervorlage, insbesondere ein Belichtungssteuerungsverfahren, dahingehend zu verändern und verbessern, dass die angeführten Nachteile beseitigt werden. Das Verfahren soll einfach sein und zusammen mit allen gängigen Kopiermaterialsorten anwendbar sein.

Die Lösung dieser und noch weiterer Aufgaben erfolgt durch ein Verfahren zur Erstellung von fotografischen Farbkopien von einer fotografischen Kopiervorlage in einem fotografischen Farbkopiergerät, welches die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 aufgeführten Verfahrensschritte umfasst. Bevorzugte Verfahrensführungen und Verfahrensvarianten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Im folgenden wird das erfindungsgemässe Verfahren beispielhaft anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Farbkopiergerätes,

Fig. 2 ein Ablaufschema eines Belichtungssteuerungsverfahrens des Stands der Technik,

Fig. 3 ein Ablaufschema des Belichtungssteuerungsverfahrens des erfindungsgemässen Kopierverfahrens,

Fig. 4 und Fig. 5 zwei Varianten des Belichtungssteuerungsverfahrens des erfindungsgemässen Kopierverfahrens,

Fig. 6 spektrale Empfindlichkeiten verschiedener Kopiermaterialien und

Fig. 7 ein Beispiel einer Gewichtsfunktion.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte fotografische Farbkopiergerät entspricht in seinem Aufbau dem in der EP-A-312,499 beschriebenen Gerät. Es umfasst im wesentlichen eine Messstation 1, eine Rechen- und Auswerteeinheit 4 und eine Belichtungsstation 5. Die Messstation weist insbesondere eine Messlichtquelle 2 und eine Detektoranordnung 3 auf. Die Detektoranordnung 3 ist derart ausgebildet, dass sie einerseits das von einem Abtastbereich einer Kopiervorlage N kommende Messlicht spektral aufspaltet und andererseits die einzelnen Spektralanteile detektiert und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Messsignale umsetzt. Die spektrale Aufspaltung des Messlichtes erfolgt beispielsweise durch ein Prisma, ein Beugungsgitter oder ein Spektralfilter. Die einzelnen Spektralanteile werden mit einem lichtelektrischen Wandler, insbesondere einem CCD-Bildsensor (Charge-Coupled-Device), detektiert und umgeformt. Der lichtelektrische Wandler ist an die Rechen- und Auswerteeinheit 4 angeschlossen zur Uebertragung der Messsignale. Die Belichtungsstation 5 ist ebenfalls mit der Rechen- und Auswerteeinheit 4 verbunden. Die Belichtungsstation umfasst im wesentlichen eine Kopierlichtquelle 6, einen Satz servogesteuerter Farbverschlüsse 7 und eine Abbildungsoptik 8 zur Projektion der Kopiervorlage N auf das Kopiermaterial M zur Erstellung der fotografischen Kopie F.

Die fotografische Kopiervorlage N wird in der Messstation 1 des fotografischen Farbkopiergerätes beispielsweise, vorzugsweise punktwise, vom Lichtstrahl der Messlichtquelle 2 abgetastet. Das von jedem Abtastbereich der Kopiervorlage N transmittierte oder remittierte Messlicht wird der Detektoranordnung 3 zugeführt, spektral zerlegt und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Messsignale umgesetzt. Die elektrischen Messsignale werden digitalisiert und zu der Rechen- und Auswerteeinheit 4 weitergeleitet, wo sie zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen, insbesondere der logarithmischen Belichtungs-Korrektur, für die Grundfarben Blau, Grün und Rot ausgewertet werden. Die für die gesamte Kopiervorlage ermittelten Kopierlichtänderungen  $e$  für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot werden in Steuersignale umgeformt und an die Belichtungsstation 5 übergeben. In der Belichtungsstation werden mit Hilfe dieser Steuersignale die Kopierlichtquelle 6 und die servogesteuerten Farbverschlüsse 7 gesteuert, um eine fotografische Farbkopie F von der Kopiervorlage N auf das Kopiermaterial M zu belichten.

Das aus der EP-A-312,499 bekannte Belichtungssteuerungsverfahren zur Auswertung der Messsignale und zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen bzw. Belichtungszeiten  $e$  für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot wurde eingangs unter Bezugnahme auf das in Fig. 2 dargestellte Ablaufschema erläutert. Dabei gibt die Empfindlichkeitsmatrix S die Empfindlichkeit des Kopiermaterials M bezüglich der Wellenlängen wieder, in denen der Spektralverlauf des vom jeweiligen Abtastbereich der Kopiervorlage N stammenden Messlichtes erfasst wird. Die Papiermatrix P dient dazu, die Abhängigkeit der Messwerte von der Empfindlichkeit des verwendeten Kopiermaterials zu reduzieren. Sie wird beispielsweise durch lineare Regression aus zwei Sätzen von Messwerten, welche denselben Vorlagenbereichen entsamen, bestimmt. Dabei werden die Messwertsätze einmal mit den Empfindlichkeiten eines Referenzkopiermaterials, das andere mal mit den Empfindlichkeiten eines anderen, neuen Kopiermaterialfabrikats gemessen. Die Belichtungsmatrix  $B^*$  ergibt sich aus der Papiermatrix P. Idealerweise stellt die Belichtungsmatrix  $B^*$  die inverse Matrix zur Papiermatrix P dar.

Das erfindungsgemässe Kopierverfahren unterscheidet sich von diesem bekannten Verfahren durch die Art der Auswertung der Messsignale zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen bzw. Belichtungs-

korrekturen  $e$ , deren prinzipieller Ablauf in Fig. 3 dargestellt ist. Im Gegensatz zu dem bekannten Verfahren werden die  $n$  spektralen Messsignale  $f$  jedes Abtastbereiches (diese entsprechen ja den spektralen Transmissionen bzw. Remissionen des jeweiligen Abtastbereiches) durch Logarithmieren in  $n$  spektrale Dichtewerte  $d$  umgeformt, ohne sie zuvor "aus Sicht" der spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials  $M$  zu bewerten.

5 Diese  $n$  spektralen Dichtewerte  $d$  werden sodann mit Referenzdichten  $d_0$  einer Norm-Kopiervorlage verglichen und zu  $n$  spektralen Dichtedifferenzen  $c$  verknüpft. Die spektralen Referenzdichten  $d_0$  können durch die Analyse einer neutral grauen Norm-Kopiervorlage ermittelt werden. Vorzugsweise aber werden sie durch eine Mittelung der gemessenen spektralen Dichtewerte  $d$  einer Vielzahl von Kopiervorlagen  $N$  bestimmt. Es versteht sich, dass die Referenzdichten  $d_0$  auch gleich Null sein können. Auch können die derart bestimmten spektralen Referenzdichten laufend angepasst werden, indem einfach die spektralen Dichtewerte  $d$  weiterer aktueller Kopiervorlagen in die Mittelung miteinbezogen werden. Es versteht sich, dass auch bei der Ermittlung der spektralen Referenzdichten  $d_0$  keine an die spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten Kopiermaterials  $M$  angepasste Bewertung erfolgt.

15 Vor der eigentlichen Farb- und Dichtekorrektur werden die  $n$  Dichtedifferenzen  $c$  einer Datenkompression unterworfen. Dabei werden aus den ursprünglichen  $n$  Dichtedifferenzen  $c$  durch eine orthogonale Transformation  $m < n$  Transformationskoeffizienten  $k$  gewonnen. Die  $m$  resultierenden Transformationskoeffizienten  $k$  sind selbstverständlich immer noch unabhängig von den spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten Kopiermaterials  $M$ .

20 Die orthogonale Transformation, die bei der Datenkompression angewendet wird, kann beispielsweise eine Diskrete Cosinus Transformation oder eine Diskrete Fourier Transformation sein, wie sie beispielsweise von N. Ahmed und K.R. Rao in Orthogonal Transforms for Digital Signal Processing, by Springer Verlag, Berlin-Heidelberg - New York 1975 (Library of Congress Catalog Card No. 73- 18912) beschrieben sind.

25 Die gewünschte Datenkompression bzw. Reduktion der Daten wird dabei dadurch erreicht, dass aus dem vollständigen Satz von  $n$  Basisvektoren diejenigen  $m$  ausgewählt werden, welche für die Charakterisierung der Dichtedifferenzen  $c$  am relevantesten sind. Verwendet man als Auswahlkriterium die Varianz der Transformationskoeffizienten  $k$ , indem man nur diejenigen  $m$  Transformationskoeffizienten mit der grössten Varianz berücksichtigt, so lassen sich die Dichtedifferenzen  $c$  mittels einer Inversen Transformation mit dem kleinsten mittleren quadratischen Fehler rekonstruieren. Die Inverse Matrix stellt dabei die transponierte  $n \times m$  Matrix der ursprünglichen orthogonalen Transformationsmatrix dar.

30 Die optimale Transformation im Sinn des mittleren quadratischen Rekonstruktionsfehlers stellt jedoch die sogenannte Karhunen-Loève-Transformation dar, die gleichfalls in der zuvor zitierten Publikation von N. Ahmed und K.R. Rao beschrieben ist. Bei der Karhunen-Loève-Transformation wird der Vektor der spektralen Dichtedifferenzen  $c$  ebenfalls mit einer  $m \times n$  Transformationsmatrix, der Karhunen-Loève-Transformationsmatrix KLT multipliziert. Die Karhunen-Loève-Transformationsmatrix KLT wird von  $m$  orthonormalen Zeilenvektoren mit jeweils  $n$  Komponenten gebildet.

35 Im Gegensatz zu den oben erwähnten "problemunabhängigen" Transformationen ist die Karhunen-Loève-Transformation problemangepasst. Die Basisvektoren der Transformationsmatrix KLT sind abhängig von den statistischen Eigenschaften der zu transformierenden Messdaten. Sie sind definiert als die Eigenvektoren der (über eine Vielzahl von Messdaten ermittelten) Kovarianzmatrix der Dichtedifferenzen  $c$ . Von diesen  $n$  Basisvektoren werden wiederum nur diejenigen  $m$  mit der grössten Varianz der entsprechenden Transformationskoeffizienten  $k$  berücksichtigt. Gleichzeitig stellen die ausgewählten Basisvektoren die den  $m$  grössten Eigenwerten zugeordneten Eigenvektoren dar. Die Kovarianzmatrix und damit die Transformationsmatrix wird beispielsweise direkt in der Rechen- und Auswerteeinheit 4 durch Auswertung einer hinreichend grossen Anzahl gemessener Vorlagendichtespektren bestimmt. Auf diese Weise ist es auch einfach möglich, die Transformationsmatrix periodisch den aktuellen statistischen Eigenschaften der verwendete Kopiervorlagen neu anzupassen.

45 Von den  $m$  ausgewählten Transformationskoeffizienten  $k$  kommt vorzugsweise den drei Koeffizienten mit der grössten Varianz eine besondere Rolle zu, indem sie als Eingangsdaten für die Farb- und Dichtekorrekturprozedur verwendet werden. Die drei ausgewählten Koeffizienten werden also analog zu den Farbauszugswerten in den drei Grundfarben Blau, Grün und Rot bei den bekannten Verfahren behandelt. Die restlichen  $m-3$  Transformationskoeffizienten stellen geringfügige Abweichungen der spektralen Dichten jedes Abtastbereiches der Kopiervorlage  $N$  von den Neutral-dichten  $d_0$  dar und werden jeweils über eine gesamte Kopiervorlage  $N$  oder auch über mehrere Kopiervorlagen gemittelt. Aus diesen mittleren Abweichungen  $\Delta$  und den von der Farb- und Dichtekorrekturprozedur  $D$  berechneten Abweichungen  $\Delta k$  werden anschliessend die logarithmischen Belichtungskorrekturen  $e$  berechnet. Dabei werden die Abweichungen mit einer  $3 \times m$  Belichtungsmatrix  $B$  multipliziert. Mit Hilfe der Belichtungsmatrix  $B$  werden die Abweichungen an die verschiedenen Kopiermaterial-Fabrikate angepasst. Die Bestimmung der Belichtungsmatrix  $B$  erfolgt beispielsweise iterativ, indem man sie solange variiert, bis Testkopiervorlagen einer Grautafel unabhängig vom verwendeten Vorlagenmaterial

und Belichtungsgrad möglichst identische Kopien ergeben.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Verfahrensvariante werden die drei Abweichungen  $\Delta k$  und die m-3 mittleren Abweichungen  $\Delta$  mit Hilfe der Inversen Karhunen-Loève-Transformation IKLT in n Dichtekorrekturwerte  $\Delta d$  umgeformt, bevor daraus die erforderlichen Kopierlichtmengen bzw. Belichtungskorrekturen  $e$  für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot bestimmt werden. Nach der Entlogarithmierung erhält man daraus n Transmissionswerte  $t^\circ$ . Die Anpassung an die spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten Kopiermaterials M erfolgt durch eine Verknüpfung dieser Transmissionswerte  $t^\circ$  mit einer  $3 \times n$  Empfindlichkeitsmatrix S. Diese beschreibt wiederum die spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials M bzw. der im Kopiermaterial M enthaltenen drei Farbstoffschichten. Die erforderlichen logarithmischen Belichtungskorrekturen  $e$  für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot erhält man durch erneutes Logarithmieren der drei aus der Verknüpfung resultierenden Werte.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Verfahrensvariante werden von dem Vorlagenmaterial T sogenannte Schleierdichten (im Falle eines Negativfilms sogenannte Maskendichten)  $b$  bestimmt. Dies erfolgt z.B. durch Ausmessen eines Bereiches der Vorlage zwischen zwei Kopievorlagen N, im Falle eines Negativfilms beispielsweise auf dem Filmsteg. Diese Schleierdichten  $b$  werden von den für jeden Abtastbereich gemessenen spektralen Dichten  $d$  abgezogen, bevor die spektralen Dichtedifferenzen  $c$  bestimmt werden. Vor der Verknüpfung mit der Empfindlichkeitsmatrix S werden die Vorlagendichten  $b$  wieder zu den n Dichtekorrekturwerten hinzuaddiert. Vorzugsweise werden dabei die spektralen Dichtedifferenzen  $c$  vor ihrer Transformation mit einer umkehrbaren Gewichtsfunktion W gewichtet, wobei nach der Anwendung der Inversen Karhunen-Loève-Transformation IKLT die Dichtekorrekturwerte auch wieder mit der Inversen Gewichtsfunktion IW verknüpft werden. Die Gewichtsfunktion W ist dabei vorzugsweise derart gewählt, dass sie den spektralen Dichtedifferenzen  $c$  in denjenigen Spektralbereichen das höchste Gewicht verleiht, in denen die spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials M am grössten sind. In den Fig. 6 und 7 sind beispielhaft die spektralen Empfindlichkeitsverläufe verschiedener Kopiermaterialien M sowie eine mittlere Gewichtsfunktion W dargestellt.

Sollten die ermittelten und derart gewichteten drei Transformationskoeffizienten  $k$  noch nicht die Randbedingungen für die Anwendung bereits existierender Farb- und Dichtekorrekturroutinen erfüllen, beispielsweise die Grössenordnungen der Koeffizienten nicht denen der ansonsten bei bekannten Verfahren eingesetzten Farbauszugswerte entsprechen, so können, wie in Fig. 5 angedeutet, die Transformationskoeffizienten  $k$  zuvor noch mit einer umkehrbaren Farbtransformation CT angepasst werden bzw. ihre Signalpegel angepasst werden. Unmittelbar nach der Farb- und Dichtekorrektur müssen die farb- und dichtekorrigierten Transformationskoeffizienten  $\Delta k$  jedoch mit der Umkehrfunktion ICT verknüpft werden, um diese künstliche Anpassung wieder rückgängig zu machen.

Bei dem erfindungsgemässen Verfahren sind die Analysewerte und die ermittelten Korrekturwerte für Farbe und Dichte der zu erstellenden Kopie unabhängig von den spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten Kopiermaterials. Erst unmittelbar vor bzw. während der eigentlichen Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen bzw. Belichtungszeiten erfolgt eine Bewertung der Korrekturwerte unter Berücksichtigung der spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials. Auf diese Weise erhält man immer nur einen Satz von Analysedaten und Korrekturwerten, unabhängig davon, welches Kopiermaterial verwendet wird. Auch kommt man mit nur einem Satz von Referenzwerten aus. Durch die orthogonale Transformation der Analysedaten kann die Anzahl der spektralen Werte reduziert werden. Aus den derart ermittelten Transformationskoeffizienten kann ein Satz von Koeffizienten ausgewählt werden, der im wesentlichen den üblicherweise ermittelten Farbauszugswerten für die Grundfarben Blau, Grün und Rot entspricht. Im Gegensatz zu den Farbauszugswerten sind die ausgewählten Koeffizienten insbesondere im Fall der Karhunen-Loève-Transformation unkorreliert und beschreiben das Dichtespektrum der abgetasteten Kopievorlagenbereiche über den gesamten genutzten Spektralbereich mit der grösstmöglichen Genauigkeit. Durch zusätzliche Wichtungen und Signal- bzw. Datenanpassungen kann das Verfahren zusammen mit bereits bestehenden Farb- und Dichtekorrekturroutinen angewendet werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung von fotografischen Farbkopien (F) von einer fotografischen Kopievorlage (N) in einem fotografischen Farbkopiergerät, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
  - a) die Kopievorlage (N) wird in einer Messstation (1) des fotografischen Farbkopiergerätes bereichsweise, vorzugsweise punktwiese, abgetastet;
  - b) das von jedem Abtastbereich der Kopievorlage (N) transmittierte oder remittierte Messlicht wird einer Detektoranordnung (3) zugeführt, spektral zerlegt und in wellenlängen- und intensitätsabhängige elektrische Signale umgesetzt;

- c) die elektrischen Messsignale werden digitalisiert und einer Rechen- und Auswerteeinheit (4) zugeführt, und zur Bestimmung von erforderlichen Kopierlichtmengen in den Grundfarben Blau, Grün und Rot ausgewertet;
- d) die für die Kopiervorlage (N) ermittelten Kopierlichtmengen und Belichtungskorrekturen (e) werden in Steuersignale umgeformt und an eine Belichtungsstation (5) übergeben, in der das Kopiermaterial (M) zur Erstellung der Farbkopien (F) von der Kopiervorlage (N) belichtet wird;
- gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:
- e) die spektralen Messsignale (f) jedes Abtastbereiches der Kopiervorlage (N) werden in spektrale Dichtewerte (d) umgeformt, mit spektralen Referenzdichten ( $d_0$ ) verglichen, und spektrale Dichtedifferenzen (c) gebildet;
- f) die spektralen Dichtedifferenzen (c) werden einer Datenkompression unterworfen, wobei die ursprünglichen n Dichtedifferenzen (c) durch eine orthogonale Transformation in  $m < n$  Transformations-Koeffizienten (k) umgewandelt werden, und aus der Anzahl  $m < n$  Transformationskoeffizienten (k) diejenigen Koeffizienten (k) ausgewählt werden, aus welchen sich die ursprünglichen Dichtedifferenzen (c) innerhalb eines vorgebbaren Genauigkeitskriteriums rekonstruieren lassen;
- g) die ausgewählten Transformationskoeffizienten (k) werden als Eingangsdaten einer Farb- und Dichtekorrekturenprozedur (D) verwendet und Abweichungen ( $\Delta k$ ) ermittelt;
- h) die Abweichungen ( $\Delta k$ ) werden gemäss den spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials (M), vorzugsweise in den drei Grundfarben Blau, Grün und Rot, ausgewertet und daraus die erforderlichen Kopierlichtmengen und die Belichtungskorrekturen (e) für die Grundfarben Blau, Grün und Rot bestimmt.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Anzahl der m Transformationskoeffizienten (k) jene drei Koeffizienten als Eingangsdaten für die Farb- und Dichtekorrektur ausgewählt werden, welche die grösste Varianz aufweisen, und dass als Genauigkeitskriterium der kleinste mittlere quadratische Rekonstruktionsfehler gewählt wird.
  3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die nicht ausgewählten Transformationskoeffizienten (k) über die gesamte Kopiervorlage gemittelt werden und bei der Ermittlung der erforderlichen Kopierlichtmengen und Belichtungskorrekturen (e) mitberücksichtigt werden.
  4. Verfahren nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die orthogonale Transformation mit Hilfe einer umkehrbaren Transformationsmatrix durchgeführt wird, die von m-Zeilenvektoren mit n Komponenten gebildet wird.
  5. Verfahren nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Transformation die Karhunen-Loève Transformation angewendet wird, wobei die m-Zeilenvektoren der Karhunen-Loève-Transformationsmatrix (KLT) reell und orthonormal gewählt werden und die Basisvektoren der Transformationsmatrix bilden.
  6. Verfahren nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Basisvektoren der Karhunen-Loève-Transformationsmatrix (KLT) die Eigenvektoren einer aus einer Vielzahl von verschiedenen Kopiervorlagen (N) ermittelten Kovarianzmatrix der Dichtedifferenzen (c) verwendet werden.
  7. Verfahren nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichungen ( $\Delta k$ ) mit Hilfe der Inversen Karhunen-Loève Transformation (IKLT) in n Dichtekorrekturen ( $\Delta d$ ) rücktransformiert werden und anschliessend zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen und Belichtungskorrekturen (e) für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot ausgewertet werden.
  8. Verfahren nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anpassung der ermittelten Kopierlichtmengen und Belichtungskorrekturen (e) für die Grundfarben Blau, Grün und Rot an das verwendete Kopiermaterial (M) die n Dichtekorrekturen ( $\Delta d$ ) mit einer  $3 \times n$  Empfindlichkeitsmatrix (S) verknüpft werden, welche die spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials (M) beschreibt.
  9. Verfahren nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Schleierdichten (b) des Vorlagenmaterials (T) bestimmt werden, dass diese Schleierdichten (b) vor der Bestimmung der spektralen Dichtedifferenzen (c) von den spektralen Dichten (d) abgezogen werden, und dass die Schleierdichten (b) zu den Dichtekorrekturen ( $\Delta d$ ) hinzuaddiert werden, bevor diese mit der Empfindlichkeitsmatrix (S) des Kopiermaterials (M) verknüpft werden.



10. Verfahren nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die spektralen Dichtedifferenzen (c) vor ihrer Transformation mit einer umkehrbaren Gewichtsfunktion (W) verknüpft werden, und dass die Dichtekorrekturwerte ( $\Delta d$ ) mit einer zu dieser Gewichtsfunktion (W) inversen Funktion (IW) verknüpft werden, bevor diese mit der Empfindlichkeitsmatrix (S) des Kopiermaterials (M) verknüpft werden.
- 5 11. Verfahren nach Patentanspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Gewichtsfunktion (W) den spektralen Dichtedifferenzen (c) in denjenigen Spektralbereichen das höchste Gewicht verleiht, in denen die spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials (M) am grössten sind.
- 10 12. Verfahren nach Patentanspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsdaten der Farb- und Dichtekorrekturprozedur (D), die Transformationskoeffizienten (k), mit Hilfe einer umkehrbaren Farbtransformation (CT) bezüglich ihrer Grössenordnung bzw. ihrer Signalpegel an die Grössenordnungen bzw. Signalpegel der für die Anwendung bekannter Farb- und Dichtekorrekturprozeduren erforderlichen Eingangsdaten angepasst werden, und dass diese künstliche Anpassung durch Verknüpfung der farb- und dichtekorrigierten Transformationskoeffizienten ( $\Delta k$ ) mit der Umkehrfunktion (ICT) wieder rückgängig gemacht wird.
- 15 13. Verfahren nach einem der vorangehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die spektralen Referenzdichten ( $d_o$ ) durch eine Mitteilung der gemessenen spektralen Dichtewerte einer Vielzahl von Kopiervorlagen (N) bestimmt werden und laufend angepasst werden.
- 20

25

30

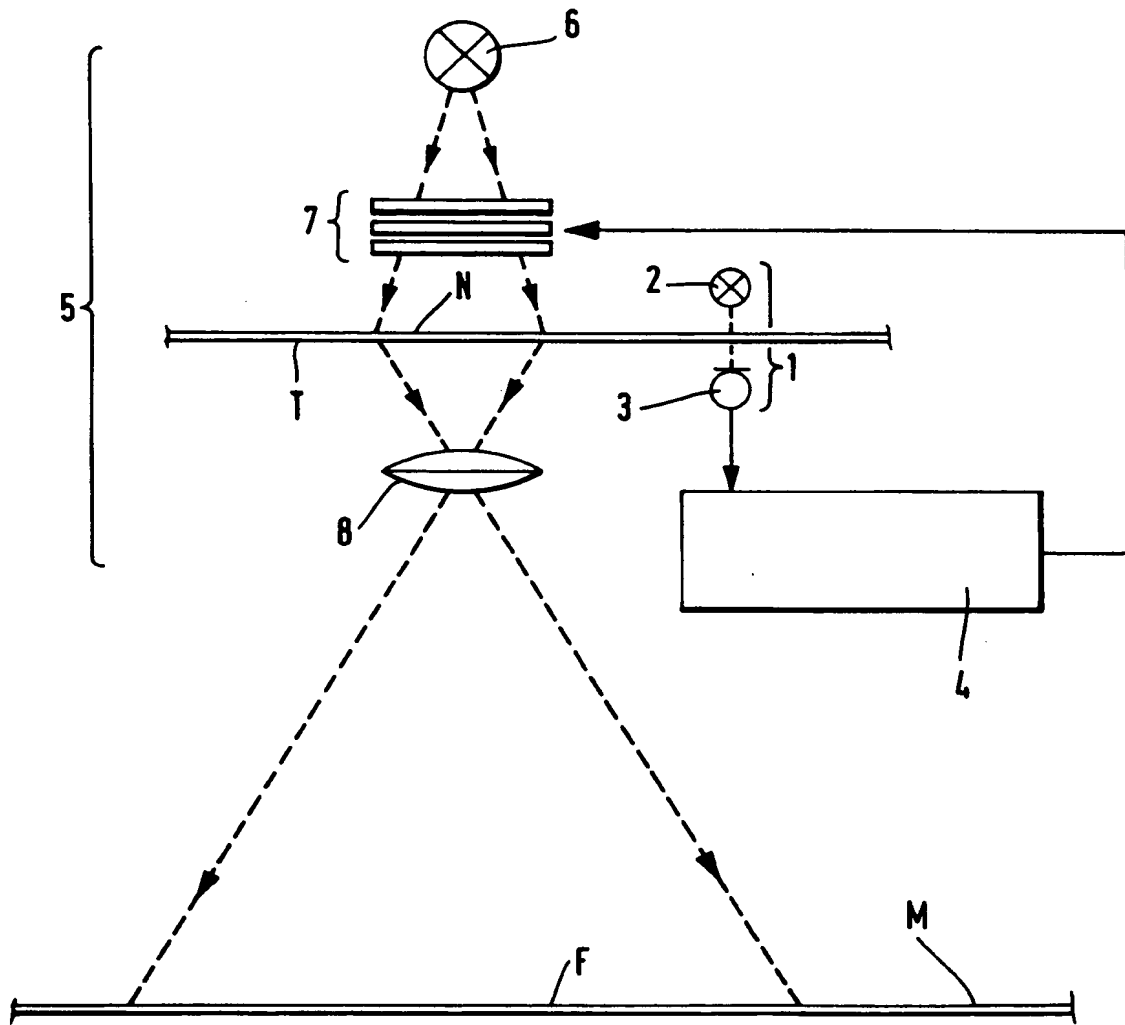
35

40

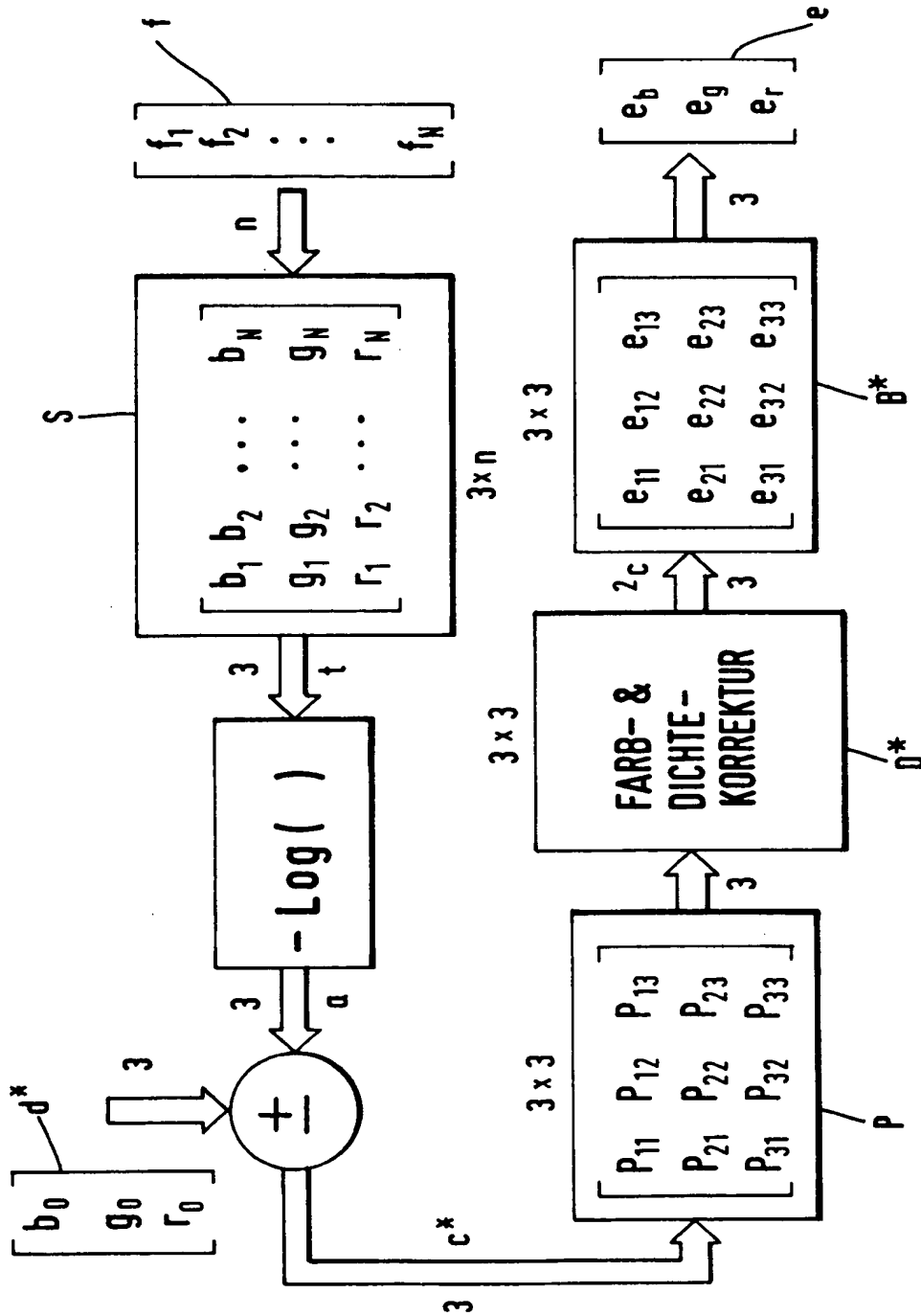
45

50

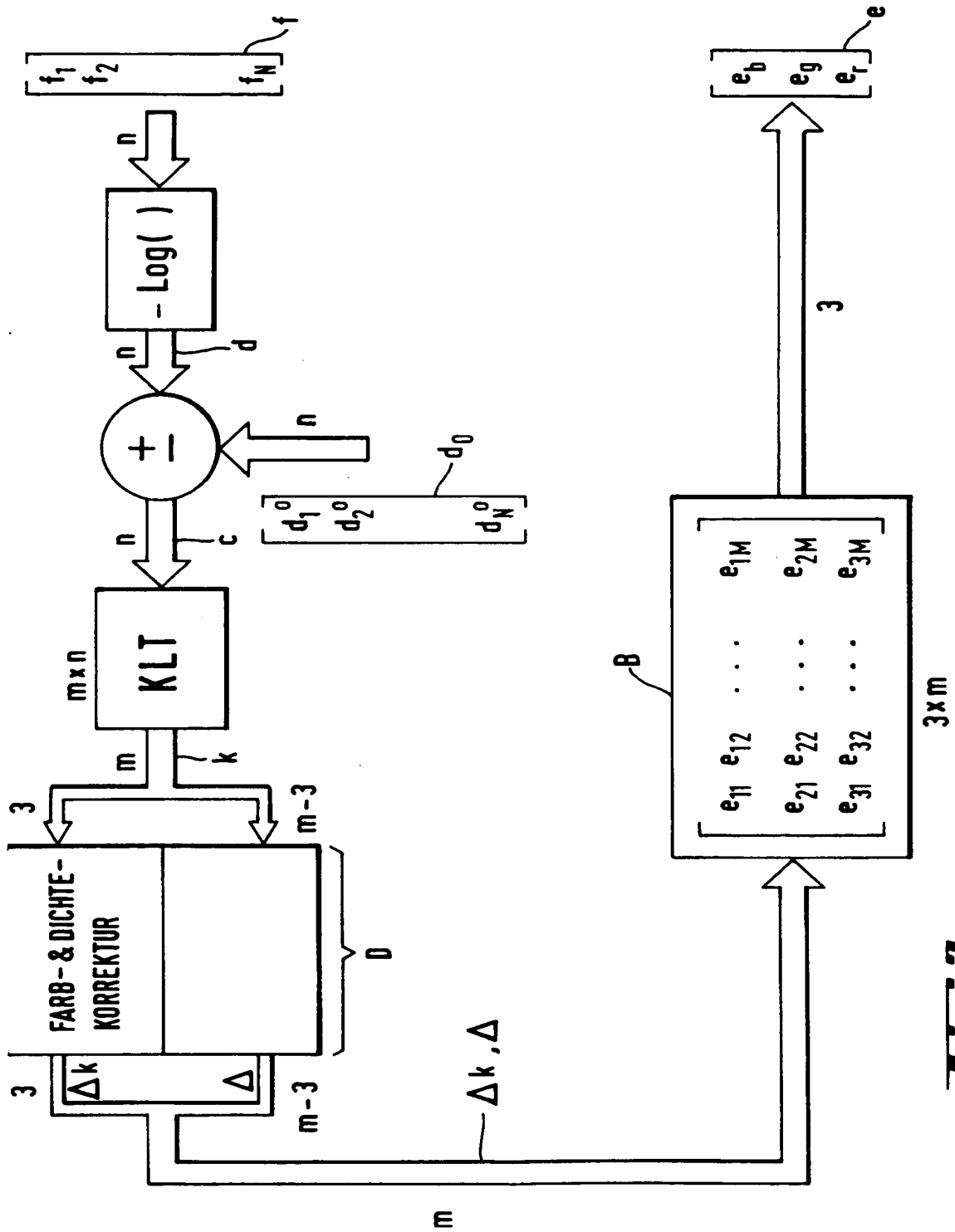
55



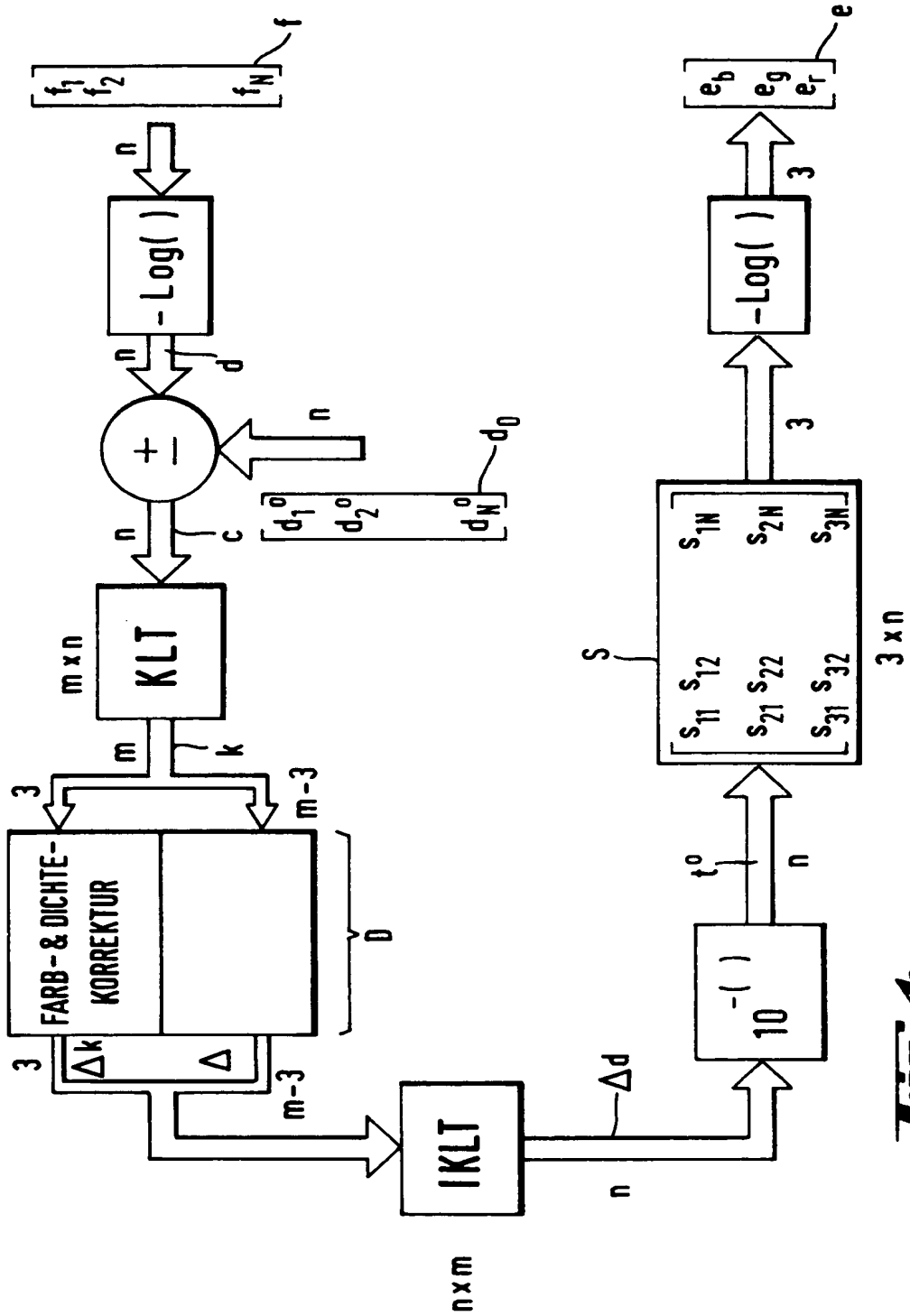
**Fig. 1**



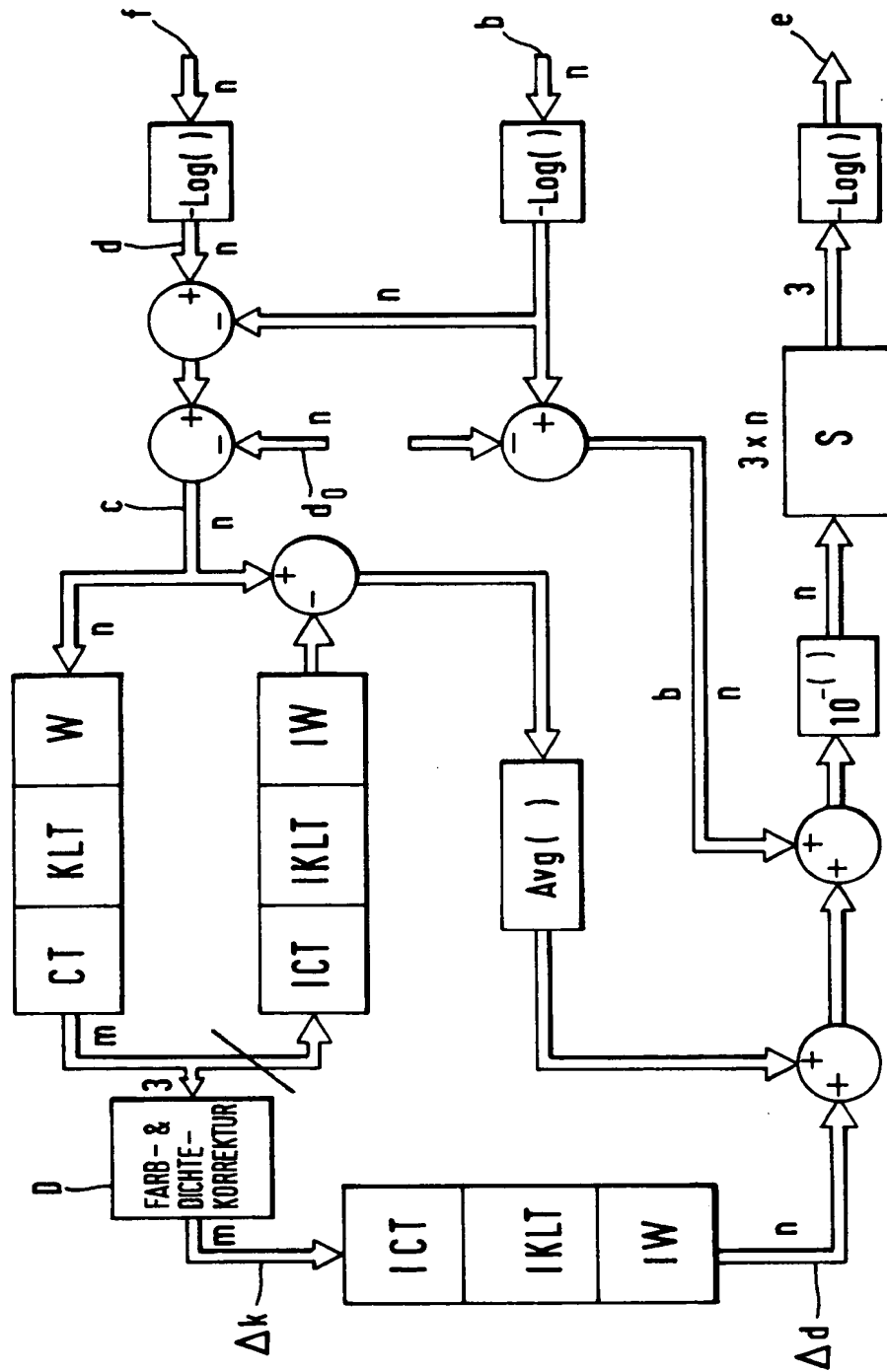
**Fig. 2** STAND DER TECHNIK



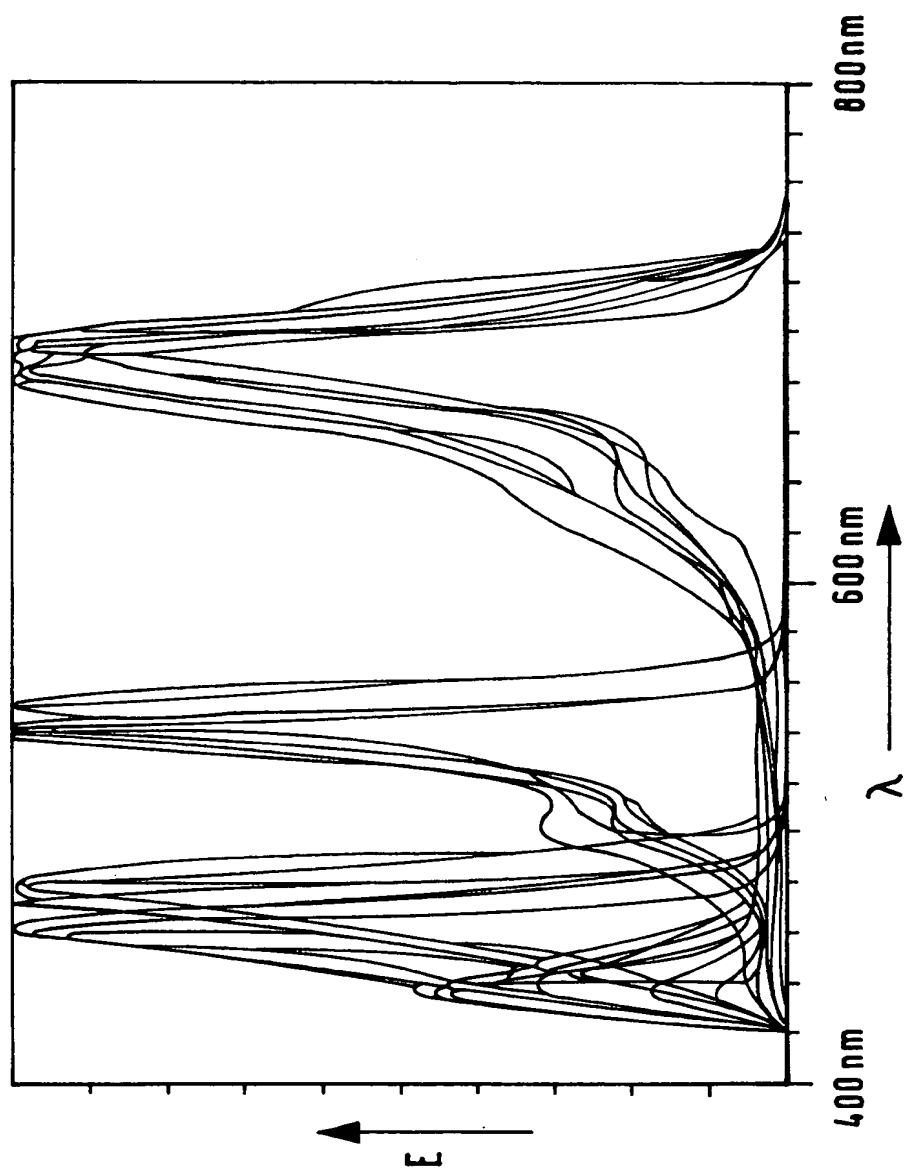
**Fig. 3**



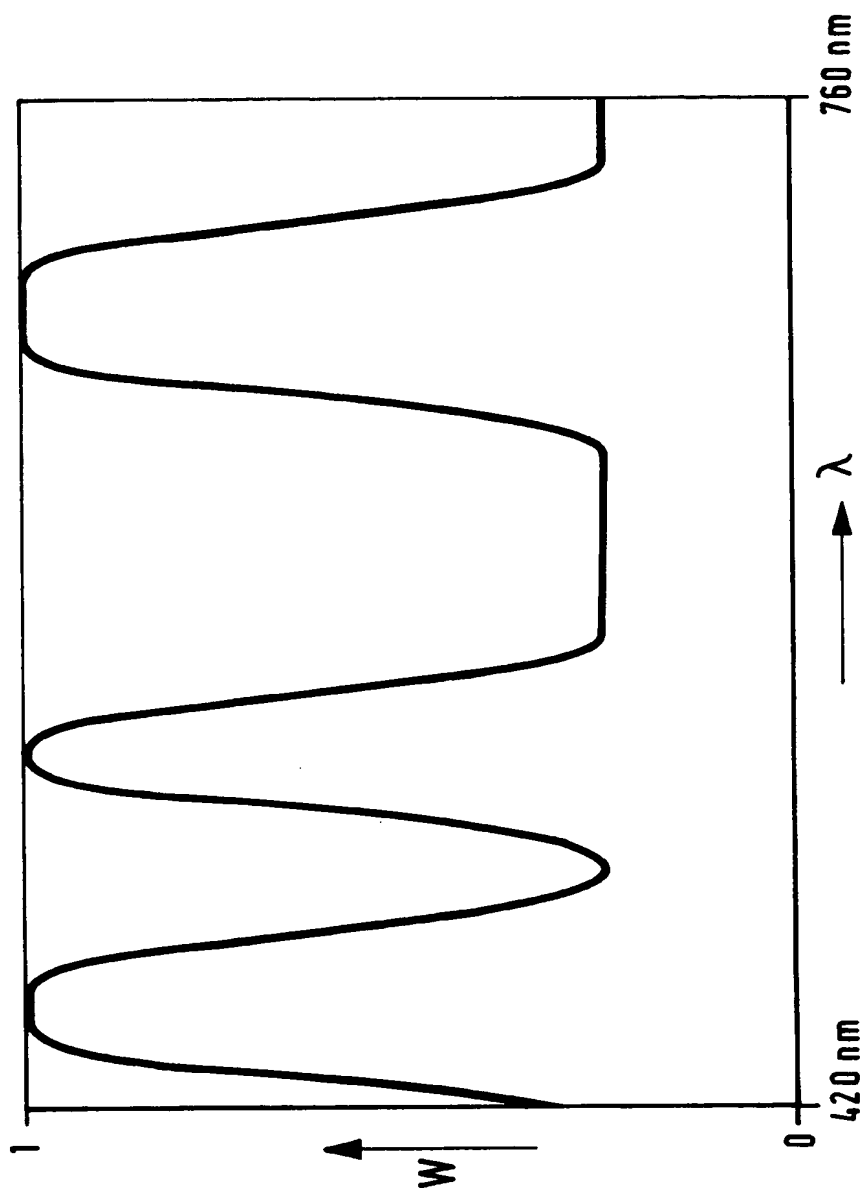
**Fig. 4**



# 5.5



**Fig. 6**



**Fig. 1**





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 81 0694

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D, A	EP-A-0 312 499 (GRETAG AKTIENGESELLSCHAFT) * Seite 2, Zeile 44 - Seite 8, Zeile 4; Abbildungen *	1	G03B27/73
A	US-A-4 884 102 (T. TERASHITA) * Spalte 4 - Spalte 11; Abbildungen *	1	
A	US-A-4 159 174 (B.D. RIDING) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 7, Zeile 8; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G03B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25 NOVEMBER 1991	Prüfer HERYET C. D.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist I : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03/82 (P0403)